DEUXIÈME SUPPLÉMENT AUX TITRES DIVERS

DE

M. André BROCA.

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine. Répétiteur titulaire à l'École Polytechnique.

SERVICES.

Continuation des mêmes services à la Faculté de Médecine jusqu'en 1911 pour les conférences et 1913 pour les examens. Sorti d'exercice en 1913.

Continuation des mêmes services à l'École Polytechnique.

TITRES DIVERS.

Classé en deuxième ligne par la Section de Physique de l'Académie des Sciences, janvier 1911.

Classé en deuxième ligne par la section de Physique et Chimie de l'Académie de Médecine, 1907.

Vice-président de la Société internationale des Électriciens pour l'exercice 1912-1915.

1913

Délégué de cette Société à la réunion de Berlin d'août 1913 pour le vote des statuts du Comité international d'Éclairage.

Délégué de la même Société au Comité national français d'Éclairage.

Secrétaire du Comité de l'Éclairage national et artificiel du Ministère de l'Intérieur.

Membre du Comité français de Télégraphie sans fil.

Subvention de 5000^{fr} répartie entre le Fonds Bonaparte et la Caisse des Recherches scientifiques pour la construction d'un Cercle azimutal répétiteur à deux limbes.

INTRODUCTION.

Comme par le passé, j'ai continué à m'occuper des questions qui avaient fait le sujet de mes premières recherches; j'ai donc à rendre compte ici de travaux de deux ordres; les uns sont plus spécialement physiques, les autres sont aux confins de la Physique et de la Physiologie. J'insisterai davantage sur les premiers, sans toutefois négliger les seconds, qui m'ont amené à quelques résultats d'un intérêt général. Je signalerai en particulier les études faites avec Laporte au Laboratoire central d'Électricité sur l'utilisation par l'œil de diverses lumières et sur la Photométrie hétérochrome. Ce sont des travaux d'application à la fois de la Physique et de la Physiologie. Je pense qu'ils doivent avoir leur place ici.

A. — RECHERCHES PHYSIQUES.

1° *Sur la période d'oscillation du tube de Crookes* (en commun avec M. Delon).

Dans ma première Notice, on trouvera déjà deux publications sur ce sujet que j'ai faites l'une seul et l'autre en collaboration avec M. Turchini. J'ai pu, en travaillant avec M. Delon au moyen du contact tournant de ce dernier, et de l'oscillographe de M. Blondel, obtenir des oscillographies de la décharge dans le tube. Ce sont des séries de pulsations se succédant avec la fréquence que j'avais déjà mesurée par deux méthodes différentes, aux environs de 1500 par seconde. Ceci se produit même avec l'appareil de M. Delon où, à chaque contact, un condensateur puissant se décharge dans le tube avec une self convenable. Dans ce cas, chaque décharge comprend un véritable train d'ondes, le tube imposant au système une série de décharges de $\frac{1}{1500}$ de seconde, alors que celui-ci, sans le tube, donne une oscillation unique et beaucoup plus longue. Dans notre appareil il y avait huit pulsations nettes à chaque décharge. Le temps varie assez notablement avec la dureté du tube.

2° *Expériences préliminaires relatives à la vitesse de la lumière.*

J'ai expérimenté pour voir quelle approximation il était possible d'atteindre dans la mesure de la vitesse de la lumière. L'étude approfondie montre que la méthode du miroir tournant de Foucault, modifiée convenablement, permettrait d'obtenir la précision de $\frac{1}{100000}$; mais pour cela il faudrait avoir la base sur laquelle se propage la lumière avec une précision dix fois plus grande, et il faut également savoir si, avec l'éclair lumineux durant $\frac{1}{1000000}$ de seconde qu'on devrait employer, l'air a bien le temps de prendre ses propriétés définitives relatives à l'indice de réfraction. Stokes, en effet, explique la non-réfraction des rayons X par le fait que des ondes assez vite amorties se propagent dans tous les corps avec la même vitesse, car les molécules matérielles n'ont pas le temps de se synchroniser. La théorie de la dispersion d'Helmholtz appliquée en supposant l'existence de deux grandes bandes d'absorption indique que, avec un éclair de $\frac{1}{80000000}$ de seconde la plus grosse partie de l'onde

se propagerait ainsi. J'ai alors construit de mes mains un appareil me permettant de réaliser chaque seconde environ 2 millions d'éclairs lumineux durant chacun $\frac{1}{35000000}$ de seconde. C'est un réseau sur noir de fumée alcoolisé, comportant 4000 traits de 12 microns de large à l'équidistance de 30 microns tracé sur verre pelliculaire. Celui-ci était ensuite recourbé en un arc de cercle de 1^m de rayon au centre duquel tournait un miroir qui projetait une image réelle des traits du réseau sur une fente de spectroscope. Dans ces conditions, avec un réseau de Rowland, avec un grand spectroscope que m'a prêté le Professeur Gautier, avec un spectroscope interférentiel de M. Hamy, que son inventeur m'a prêté fort aimablement, je n'ai pu apercevoir aucune modification, si petite fût-elle, de l'indice de réfraction. Donc la théorie d'Helmholtz a besoin d'un complément, et la mesure très précise de la vitesse de la lumière est possible.

Ces travaux ne seront publiés qu'avec le résultat final de la détermination, qui exige la connaissance d'une base inaccessible avec la précision de 5.10^{-6} au moins. Les bases au ras du sol sont aisées à mesurer avec cette approximation. Il n'en est pas de même des bases inaccessibles où entrent des mesures d'angles, celles-ci ne dépassant pas actuellement la précision de 10^{-5}.

C'est ce qui m'a conduit aux études relatives à la mesure des angles géodésiques qui m'ont occupé depuis plusieurs années, car les appareils optiques très puissants nécessaires pour le but que je poursuis ne peuvent fonctionner que si on les met à l'abri des perturbations dues aux réfractions atmosphériques irrégulières toujours si importantes près du sol.

3° *Mesures d'angles de haute précision.*

Le début de mes études a porté sur la méthode de la répétition de Borda. Je me suis rendu compte tout d'abord de ce fait qu'on peut éliminer la plus grosse source d'erreur de la méthode en employant une lunette munie d'un oculaire micrométrique. De la sorte, on peut, chaque fois qu'on a établi la connexion de la lunette avec la pièce qu'elle doit entrainer, mesurer à l'oculaire micrométrique l'appoint produit par le déplacement de la lunette pendant la fixation. On peut de même, au moment de libérer la lunette de la pièce mobile, après la fixation de celle-ci dans la position qui correspond à la deuxième mire, mesurer l'appoint correspondant à la perturbation produite pendant la fixation. En corrigeant la somme des angles mesurée de la somme algébrique des appoints, on a un résultat correct.

L'appareil ainsi modifié m'a donné des résultats infiniment supérieurs à ceux qu'il donnait avec une lunette ordinaire, mais je n'ai pas tardé à m'apercevoir d'une autre cause d'erreur certainement beaucoup moins grande, mais encore beaucoup trop importante.

Grâce au général Bourgeois qui a bien voulu mettre à ma disposition les ressources du Service géodésique et ses propres conseils, j'ai pu voir que la stabilité des axes des meilleurs appareils de Brünner était défectueuse, le pointé d'un microscope pouvant varier de 20 microquadrants quand on maintient le pointé du microscope diamétralement opposé; on comprend immédiatement que la méthode de la répétition, où l'erreur fortuite de chaque opération a pour maximum la valeur que nous venons d'indiquer, ne peut donner aucun bon résultat. Je suis arrivé à obtenir des axes stables en appliquant le principe du contact discontinu; la pièce femelle de l'axe est entaillée de manière à ne laisser que deux minces renflements à 60° l'un de l'autre; un ressort agissant normalement à la corde des contacts assure ceux-ci dans des conditions toujours exactes.

J'ai expérimenté ceci au moyen du grand altazimut de Brünner du Service géographique dont j'ai remplacé le cercle vertical et la lunette par un miroir plan monté sur un petit pied de théodolite. L'appareil installé dans une des baraques optiques du Mont-Valérien, avec une lunette fixe de $2^{m},10$ de distance focale, m'a permis d'obtenir 13 mesures consécutives d'un même angle comprises dans une demi-seconde, montrant que les principes indiqués étaient corrects. Je renvoie à mes Notes pour la description complète de la méthode.

La Caisse des Recherches scientifiques et la Commission du Fonds Bonaparte ont bien voulu alors me donner une subvention de 5000^{fr} pour faire construire un appareil pratique basé sur ces principes. L'appareil est actuellement en construction depuis deux ans chez M. Prin, et il sera bientôt terminé.

Les principes sont les suivants :

a. Métal. — L'appareil est tout entier en invar pour éviter les flexions de lunette dues aux variations de température.

b. Objectif. — L'objectif est du type photographique, ce qui a permis de réaliser une correction parfaite de l'astigmatisme, du chromatisme et de la distorsion sur un champ de 4°. Pour les besoins normaux de la Géodésie, on peut donc pointer avec une lunette sans axe horizontal, le lieu des pointés en hauteur étant un réticule fixe qui sera maintenu vertical et le long duquel on déplacera l'oculaire pour pointer à diverses hauteurs. Cet objectif n'est utilisable que parce qu'il est monté en invar, ce qui élimine les déformations du système optique par dilatation.

c. Réticule. — Comme l'objectif permet d'employer des axes secondaires assez éloignés de l'axe géométrique, on peut remplacer le réticule par l'image d'un trait lumineux placé dans le plan focal de l'objectif, produit par un petit miroir placé en avant de celui-ci. On a ainsi un réticule aérien qui ne cache pas l'objet pointé. De plus, on

peut diviser le miroir en deux portions, ce qui donne alors au lieu d'une image ordinaire un système de franges d'interférences. Ce système a l'avantage considérable de supprimer la mise au point de l'oculaire sur le réticule et de supprimer aussi la parallaxe, car les franges restent nettes sur une grande longueur.

d. Graduation. — Elle est faite sur les tranches de deux cercles de même diamètre pouvant être bloqués l'un sur l'autre ou avec la lunette, ou rendus libres. De la sorte, les mouvements de celle-ci s'exécutent en entraînant le limbe mobile, dont le mouvement est le même que celui de la lunette. L'appareil est alors un véritable comparateur circulaire, qui permet un étalonnage très aisé de la graduation. Une étude ainsi faite préalablement supprimera les opérations complexes sur le terrain. Outre les méthodes de la répétition et de la réitération, un pareil système permet un grand nombre d'autres méthodes pour l'élimination des erreurs de graduation. Je n'insiste pas actuellement sur ces méthodes, car c'est seulement quand l'appareil sera terminé que je pourrai les discuter fructueusement. On ne les emploiera d'ailleurs que pour l'étalonnage au laboratoire de l'appareil.

e. Microscopes. — Ceux-ci sont au nombre de deux et solidaires de la lunette. Des prismes à réflexion totale amènent leur oculaire dans le plan même de l'oculaire de lunette.

Les trois réticules sont alors mus par des vis solidaires l'une de l'autre, la vis de lunette formant vis différentielle. Il y a donc un seul tambour à l'instrument, qui est alors rendu enregistreur. Le bouton enregistreur, parfaitement réalisé par M. Prin, permet par un mécanisme particulier, réalisable grâce aux roulements à billes aujourd'hui bien connus, de sommer correctement des appoints ou d'en faire la différence, ce qui supprime les calculs de moyenne.

f. Axe. — L'axe est réalisé au moyen d'un roulement à billes de 40^{cm} de diamètre pour la direction et d'un cylindre central de 4^{cm} de diamètre et de 1^{cm} de hauteur pour la position exacte et les blocages.

g. Rotation du pilier. — Pour éliminer les rotations dues aux dilatations irrégulières du pilier en maçonnerie, l'appareil repose par ses trois vis sur une embase en invar fixée au pilier par un écrou central, et s'appuyant sur la surface du pilier par un roulement à billes. Le centre étant irrotationnel dans le cas de dilatation régulière et les points excentriques du pilier pouvant se déplacer sous l'embase, l'appareil restera immobile.

Dans le cas de tripodes en charpentes, il n'en est plus de même, le centre devenant rotationnel. L'appareil permet d'enregistrer à chaque visée successivement le pointé de la lunette sur la mire et celui du microscope sur un trait donné. On pourra donc aisé-

ment, en enregistrant rapidement quelques séries de pointés ainsi pris, voir quels seront ceux pour lesquels l'immobilité du pilier aura été suffisante.

4° *Bain de mercure amorti* (en commun avec M. Florian).

J'ai eu besoin, pour l'appareil actuellement en construction, d'un niveau commode, surtout pour le réglage des coulisses à billes, de la planéité desquelles tout dépend. J'ai été assez heureux pour réaliser un niveau à mercure amorti permettant l'observation dans la plupart des conditions de la pratique. L'amortissement est obtenu en mettant le mercure en vase clos sous de la glycérine sans trace d'air. Dans ces conditions, avec 4^{mm} ou 5^{mm} de mercure, autant de glycérine, non seulement les vibrations de la surface sont pratiquement abolies, mais encore les oscillations de totalité sont très amorties et les observations extrêmement rapides et aisées.

On observe naturellement l'image d'un réticule autocollimaté par le miroir mercuriel. Pour que cette image soit bonne il faut que la perturbation due au ménisque soit négligeable, il faut donc une garde suffisante autour de la portion utilisée. Pour réduire cette garde, la paroi latérale de l'appareil est constituée par une zone sphérique dans laquelle le mercure monte jusqu'au petit cercle dont le cône circonscrit fait avec l'horizon l'angle de raccordement du mercure.

La cuve est close par une lame à faces parallèles sur laquelle est collé un objectif qui est par conséquent à immersion. Dans ces conditions, on voit aisément que la déviation correspond à un angle triple de la rotation du bâti (indice de la glycérine $= 1,5$).

Avec 18^{cm} de distance focale et 10^{cm} de diamètre à la base, l'appareil a donné au lieutenant-colonel Lallemand une précision de l'ordre du dixième de seconde.

Cet appareil est susceptible de nombreuses applications. Je vais faire construire un bain nadiral dont la lame de verre supérieure sera à demi argentée et dont l'objectif sera supprimé; en amenant au contact les deux images dues l'une au miroir d'argent, l'autre au mercure, on aura réglé l'appareil de manière que la lame composée de verre d'abord, de glycérine ensuite, soit horizontale et à faces parallèles. La seule erreur proviendra du petit angle des faces de la lame, qui ne saurait être parfaite. Un retournement permettra de l'éliminer.

Cet appareil est un séismographe parfait, si on le munit d'un enregistreur photographique. De même, en lui donnant une dimension et une stabilité suffisantes, il pourra servir à étudier les perturbations de la verticale.

Enfin, je suis en train de mettre au point un niveau à lunette à un seul oculaire, avec pointé sur franges comme il a été dit ci-dessus, et par conséquent sans parallaxe, et un sphéromètre tout à fait correct, dans lequel ce niveau permet des mesures dans des conditions telles qu'on peut éliminer les erreurs dues au diamètre des pointes.

5° Mesure des résistances électrolytiques.

L'appareil se compose essentiellement de deux commutateurs de Bertin montés sur le même axe. Ils sont tels que l'un d'entre eux ne se ferme qu'un certain temps après que l'autre a changé. On monte le premier sur la pile d'un pont de Wheatstone et le second sur la diagonale du galvanomètre, De la sorte, le galvanomètre est soumis à un courant toujours de même sens, qui a toujours, quand il agit sur l'instrument, la valeur qui correspond à son régime permanent dans l'électrolyte. On obtient de la sorte une déviation du galvonomètre parfaitement stable et aisée à observer; la résistance peut facilement, quand les conditions de température sont bien déterminées, être déterminée à $\frac{1}{500}$ près. Pour atteindre une précision plus grande, il faut que la vitesse de rotation du commutateur soit parfaitement définie, car les variations de cette vitesse produisent des variations des conditions d'équilibre de l'ordre du millième.

Ceci est infiniment plus précis et plus facile à mettre en œuvre que la méthode du téléphone. Dans celui-ci, en effet, on n'obtient jamais le silence; c'est que la force contre-électromotrice a une période variable pendant laquelle à chaque instant correspondrait un réglage différent du pont. Il doit donc y avoir toujours un bruit au téléphone. Dans ma méthode on supprime les perturbations dues à cette période variable, ou au moins on les réduit à l'ordre du millième.

B. — RECHERCHES PHOTOMÉTRIQUES.

1° *Topographie de la sensibilité rétinienne et neutralisation.*

J'ai étudié, en commun avec M. Polack, la vision périphérique de plages colorées de dimensions et d'éclat notables, comparativement avec la vision centrale, et nous avons vu un certain nombre de résultats nouveaux. Tout d'abord nous avons trouvé que l'ondulation de fatigue est la même en vision périphérique et en vision centrale, c'est-à-dire que, l'égalité des deux plages étant établie, elle est indépendante du temps que dure l'éclat lumineux, à condition toutefois que ce temps ne dépasse pas quelques secondes. Nous avons appelé coefficient de sensibilité périphérique le rapport de la sensation périphérique à la sensation centrale et nous avons eu pour ce coefficient des nombres très voisins de l'unité, sauf pour le bleu, dans toutes les régions et pour le vert dans la région supérieure; dans ces cas le coefficient varie de 2 à 6. Pour le rouge dans la région externe, il est un peu inférieur à 1. La sensibilité varie d'ailleurs linéairement du centre à la périphérie de la macula et reste constante dans le reste de la rétine.

Nous avons dans cette étude observé de nouveau le phénomène de Traxler et Holth, c'est-à-dire la disparition d'un objet, même de grand éclat et de grande dimension, en vision indirecte, quand la fixation centrale est maintenue parfaite. Ce phénomène se produit toujours pour les plages périphériques pendant l'exacte fixation centrale. La disparition se fait subitement par l'exclusion de la sensation sur une zone assez étendue autour de la tache. Nous avons rapproché ce phénomène de celui de la neutralisation des images indirectes d'un œil, ou des images même centrales des strabiques : ce sont en effet des sensations que nous ne pouvons interpréter commodément, puisque nous empêchons le mouvement explorateur de fixation de l'œil sollicité par cette sensation périphérique; ce sont des conditions analogues à celles qui provoquent la neutralisation habituelle.

Cette neutralisation se fait au bout d'un temps de fixation variable de 5 à 10 secondes.

2° *Études des nouvelles lampes électriques luminescentes. — Action sur l'œil du rouge extrême et de l'ultraviolet* (en commun avec MM. LAPORTE, JOUAUST et DE LA GORCE).

Nous avons repris avec le tube au néon et la lampe à mercure en quartz nos anciennes mesures mentionnées dans la précédente Notice, et nous avons vu que la lumière rouge du néon avait des propriétés toutes particulières. Tout d'abord, la sensibilité des divers sujets varie entre les nombres 62 et 200, et les divers nombres obtenus ne se groupent pas autour de la moyenne; cela tient à ce que certains sujets sont complètement aveugles pour le rouge, par conséquent on ne peut concevoir les variations que présente la sensibilité pour le rouge comme des erreurs uniformément réparties autour de la moyenne. Les chiffres trouvés pour les divers observateurs ont été les suivants, pour la valeur en bougies de 1^m du tube au néon :

62 — 78 — 98 — 118 — 126 — 141 — 157 — 173 — 190 — 205

Au point de vue de l'acuité visuelle, nous avons vu que la lumière du néon est nettement supérieure à la lumière blanche, puisque l'acuité atteint aisément 1,18 au lieu de 1. Ceci a été vu pour les faibles lumières par Macé de Lépinay et Nicati, nous avons vu que le phénomène est d'autant plus important que la lumière est plus forte.

Enfin, le tube au néon placé dans le champ de la vision indirecte produit une contraction pupillaire faible et des images accidentelles très faibles; c'est la moins aveuglante des sources connues agissant à feu nu.

L'étude de la lampe en quartz nous a montré une action des rayons ultraviolets sur la contraction pupillaire, l'absence d'action des mêmes rayons sur l'image accidentelle, ceci semblant indiquer une action sur la région antérieure de l'œil, avec absorption par le corps vitré. Nous n'avons trouvé aucune sensation lumineuse pour l'ultraviolet de la lampe à mercure en quartz. A ce propos, nous avons eu une discussion avec M. Fabry, d'où il est ressorti que cette observation non conforme à celle de beaucoup d'observateurs, tenait à ce que nous opérions avec la rétine adaptée à une lumière ambiante notable et non, comme les autres observateurs, avec la rétine adaptée à l'obscurité. Nous cherchions à résoudre le problème pratique de l'étude de la sensibilité de l'œil dans ses conditions mêmes d'emploi; c'est pour cela que nous nous sommes placés, contrairement à nos prédécesseurs, dans les conditions indiquées ci-dessus.

3° *Quelques difficultés de la photométrie hétérochrome. Nécessité d'employer les photomètres les plus simples pour les comparaisons des lumières très différentes* (en commun avec Laporte).

Il est difficile de se faire un critérium permettant de dépasser la précision de 10 pour 100 dans la comparaison des deux plages voisines, l'une blanche, l'autre rouge. Aussi a-t-on cherché à s'adresser au phénomène du contraste (Ecran Lummer et Brodhun) ou au papillottement (Rood, Symmance et Abady). Nous avons montré que ces dernières déterminations, qui sont plus précises au point de vue brutal des erreurs, ne correspondent à rien dans la pratique. Ce que nous cherchons, en effet, c'est une mesure permettant de comparer la sensation que donnerait une page de livre éclairée uniquement par l'étalon avec celle que donnerait la même page éclairée uniquement par la source. La difficulté, quand on fait des comparaisons photométriques, c'est que l'adaptation de la rétine, quand le regard erre sur les deux plages du photomètre, est notablement différente de ce qu'elle est quand on regarde une surface uniformément éclairée par une des deux sources. Nous avons eu les résultats les moins mauvais avec de grandes plages, car alors les petits mouvements de l'œil n'intéressent que les parties voisines de la ligne de séparation des deux plages et l'on peut faire porter la comparaison sur les parties éloignées pour lesquelles l'adaptation est bien celle qu'elle serait pour l'éclairement pratique. Ce n'est pas précis, mais c'est correct. Les nombres trouvés diffèrent considérablement, pour chaque observateur, de ceux qu'il trouve avec les autres photomètres. Avec le Lummer, en particulier, on a de la précision, à condition que les lames de contraste soient dans un état bien déterminé, et, si on les enlève pour opérer par égalité d'éclat, on a un nombre encore différent et différent de celui que donnent les grandes plages, comme on doit s'y attendre d'après ce qui précède.

Quant au photomètre à papillottement, il s'adresse à un phénomène lié à la sensation brute qu'on veut déterminer par une relation certainement compliquée et tout à fait inconnue.

Tout photomètre compliqué donne donc des résultats qui n'indiquent rien relativement à l'utilisation pratique de la lumière.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE.

1907.

Sur la vision des feux réglementaires de la marine (en commun avec M. Polack). *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 828.

Influence de la lumière ambiante sur la vision des signaux réglementaires de la marine (en commun avec M. Polack). *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1220. — Lecture sur le même sujet à l'*Académie de Médecine*, mai 1907.

Sur le fonctionnement de certains tubes de Crookes (en commun avec M. Turchini). *Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Reims.

Conservation de la pression artérielle de l'homme après l'application des courants de haute fréquence sous forme d'autoconduction (en commun avec MM. Bergonié et Ferrié). *Comptes rendus*, septembre 1907. — Communication sur le même sujet au *Congrès de Physicothérapie de Rome*. — *Archives d'électricité médicale*, octobre 1907.

1908.

Sur la vision des petites sources lumineuses. Application à la reconnaissance des signaux réglementaires de la marine (en commun avec M. Polack). *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, janvier 1908.

Ampèremètre pour courants de haute fréquence. *Congrès des applications de l'Électricité*, Marseille, septembre 1908.

Étude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'œil. *Société internationale des Électriciens*, juillet 1908.

Sur la topographie de la sensibilité rétinienne pour les hautes lumières et le phénomène de Traxler (en commun avec M. Polack). *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, novembre 1908.

1909.

Ampèremètre de haute fréquence. *Société internationale des Électriciens*, juillet 1909.

Excitation du nerf par les courants de haute fréquence (en commun avec le professeur Bergonié). *Association française pour l'avancement des Sciences; Congrès de Lille*, août 1909, et *Archives d'électricité médicale*, août 1909.

Quelques considérations sur la radiothérapie intensive dans les maladies cutanées. *Journal de médecine interne*, octobre 1909; *Archives d'électricité médicale*, décembre 1909.

1910.

Action des courants de haute fréquence et de grande intensité employés sous forme d'autoconduction sur la pression artérielle de l'homme (en commun avec le professeur Bergonié et le commandant Ferrie). *Archives d'électricité médicale*, janvier 1910.

Traitement du mal perforant plantaire par les étincelles de haute fréquence (en commun avec le Professeur Gaucher et le D[r] Laffont). *Société de Dermatologie*, mars 1190.

Mesure de la période d'oscillation du tube de Crookes (en commun avec M. Delon). *Congrès international de Physicothérapie*, Paris, avril 1910.

Hygiène de l'œil. *Rapport au Congrès international des maladies professionnelles*. Bruxelles, septembre 1910.

1911.

Sur la constitution d'axes de rotation assez stables pour permettre la mesure des angles par la méthode de la répétition. *Comptes rendus*, t. CLII, p. 847.

Mesure des angles géodésiques par la méthode de la répétition. Constitution d'un appareil d'étude. Résultat des mesures. *Comptes rendus*, t. CLII, p. 1000.

Rapport à la Caisse des Recherches scientifiques sur la construction d'un cercle azimutal à deux limbes.

Mesure des résistances électrolytiques. *Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Dijon*.

1912.

Deuxième Rapport à la Caisse des Recherches scientifiques sur la construction d'un cercle azimutal à deux limbes.

Sur la segmentation rétinienne. *Livre jubilaire* du professeur Richet.

1913.

Article sur le même sujet à la *Revue générale des Sciences*.

Études des nouvelles lampes électriques luminescentes. Action sur l'œil du rouge extrême et de l'ultra violet (en commun avec MM. Laporte, Jouaust et de la Gorce). *Société internationale des Électriciens*.

Réponse à M. Fabry sur le même sujet.

Sur la photométrie hétérochrome (en commun avec M. Laporte). *Société internationale des Électriciens*.

Rapport sur l'hygiène de la vision. *Congrès d'Hygiène anglo-français de Paris*.

Niveau pratique à bain de mercure amorti (en commun avec M. Florian). Présentation au Bureau des Longitudes le 26 novembre. Note aux *Comptes rendus* le 1er décembre.

Article sur l'étude des diverses sources de lumière au journal *Science et Art de l'éclairage* (novembre 1913).